

Lattice Boltzmann avec CUDA

Ulysse GEINOZ

Travail de Bachelor 2022

Informatique — Développement logiciel et multimédia

Professeur : Cédric BILAT

Description

Un objet, tel qu'une voiture, se déplaçant dans l'air subit du frottement. Afin de calculer ce dernier, on fait traditionnellement appel à des souffleries. Mais il est possible de le calculer en utilisant la mécanique des fluides numériques (computational fluid dynamics ou CFD). Il s'agit alors de simuler le comportement des fluides par ordinateur.

Ce projet consiste en la création d'un logiciel de mécanique des fluides numériques permettant le calcul des forces aérodynamiques. Pour cela, il utilise la méthode de Lattice Boltzmann, relativement simple à comprendre et à implémenter. De plus, cette méthode étant facilement parallélisable, les calculs sont effectués sur une carte graphique avec CUDA.

Déroulement

Le projet a débuté par une recherche sur la méthode de Lattice Boltzmann et la production d'un rapport algorithmique, le but étant de rendre les calculs reproductibles.

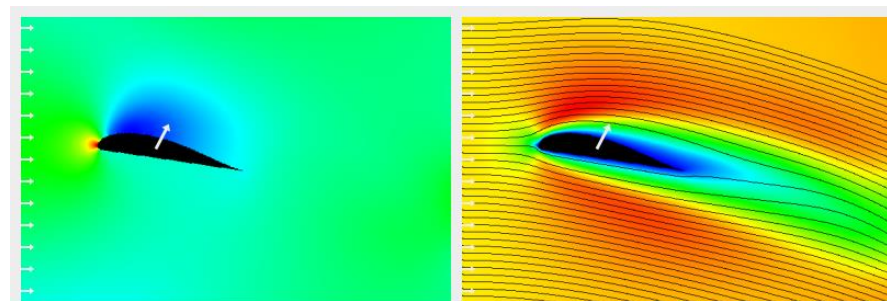
Ensuite, une première implémentation de la méthode a été réalisée avec Java. Les résultats de ce modèle ont été validés en les comparant à d'autres logiciels.

Enfin, le modèle utilisant CUDA a été écrit. Il utilise le même algorithme que le premier, mais d'une manière hautement parallèle et donc performante.

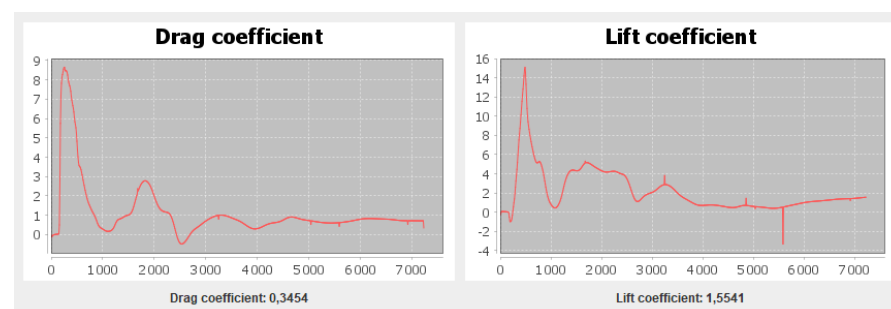
Résultats

Le résultat final de ce projet est un logiciel permettant de simuler l'écoulement d'un fluide sur un objet et de calculer les forces aérodynamiques en découlant. Entre autres, le logiciel fournit les coefficients de frottement et de portance de l'objet, permettant la comparaison entre deux voitures ou deux ailes d'avions.

De plus, le modèle utilisant CUDA est 200 fois plus rapide que le modèle Java (speedup de 200).



Écoulement de l'air autour d'une aile d'avion (densité, vitesse)



Coefficients de frottement et de portance d'une aile d'avion

Discussion: Conclusions et perspectives

Le logiciel produit utilise donc la méthode de Lattice Boltzmann sur carte graphique avec CUDA pour calculer les forces aérodynamiques subies par un objet. Bien que les performances soient bien meilleures que le premier modèle écrit en Java, peu d'optimisations ont été implémentées. De plus, la simulation est en 2D et il est tout à fait possible de passer le modèle en 3D.